

III-243 地下空洞の掘削に伴う周辺岩盤の密度・含水量の変化の測定例

(株) 奥村組 技術研究所 正員 小林義美
 " 北角哲
 " 正員 寺田道直

1. まえがき

一般に、岩盤内に地下空洞を掘削する場合に生ずると予想される周辺岩盤の密度や含水量の増減を調査すれば、掘削によるゆるみの範囲や程度を推定できると考えられる。したがって、これらの調査は地下空洞掘削時の施工管理の手段としても利用できるように思われる。そこで、奥吉野水力発電所の施工に際し、調査法の一つとして放射性同位元素(以下RIと略称する)を利用して密度・水分検層により密度・含水量の変化を測定したので、その結果を報告する。

2 測定位置、時期および方法

測定位置および時期は図-1および図-2のとおりである。なお、第1回目は水分検層を行っていない。測定には、そう入型α線強度計およびそう入型中性子水分計を使用した。機器の仕様は表-1に示すとおりである。

測定手順としては、まずボーリング孔をせん孔後孔内に外径48mm、厚さ2mmの塩ビパイプをそう入し測定管とした。この中に強度計プローブをそう入し、パイプの底まで降して後25cm間隔で引き上げるごとにスケーラで計数率を測定(1分間で3回)した。水分検層も同様の方法で行った。

ボーリング孔内の各測定位置で得られた計数率(N)を標準計数率(S)で割り、たて値を計数率比($R = N/S$)とし、計数率比と校正曲線とから湿潤密度($P_t \text{ g/cm}^3$)と含水量($M_H \text{ %}$)を求める。なお、RI測定法では、あらかじめ密度、含水量が既知の物質と実測計数率比との対照校正を行っておく必要がある。今回は、現場検層(第1回測定)時のRI測定計数率比と対応する位置での岩石コアの湿潤密度および含水量との相互関係から回帰分析を行い、校正曲線を求めた。

3 測定結果

密度検層と水分検層で得られた湿潤密度および含水量を図-3に示す。密度の測定値についてみると、各回の測定値には、ばらつきがあり傾向をとらえにくい。

湿潤密度については、第1回目と第2回目の測定値に大きな差がみられるが、これは検層孔の状況変化によるものと考えられる。したがって、以後は第2回目の測定値を初期値として取扱うこととした。全体的にみると、17.5m付近の小断層部分で密度は大きく変化している。この断層を除くと $P_t = 2.65 \sim 2.75 \text{ g/cm}^3$ であるが、明りょうな経時変化は認められなかつた。

含水量については、4回の測定結果に有意な差は認められないが、だが、含水量は $2.0 \text{ m} < L \leq 12.0 \text{ m}$ および $17.5 \text{ m} < L \leq 20.0 \text{ m}$ で $0.01 \sim 0.02 \text{ %}$ であり、 $12.0 \text{ m} < L \leq 17.5 \text{ m}$ で 0.03 % となり、他の区間にくらべるとやや多かつた。なお、 P_t および M_H から乾燥密度($P_d \text{ g/cm}^3$)と含水比($w \text{ %}$)を求めることが可能であるが、 M_H の変化が小さく P_t と M_H の結果と同じ傾

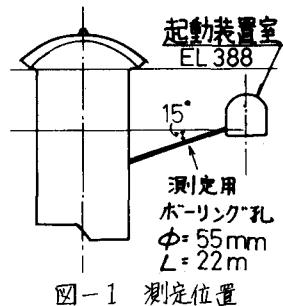


図-1 測定位置

表-1 測定器の仕様(ヨウニアロード社)

	そう入型 密度計	そう入型 水分計
名 称	SRD-1D	SRM-1D
線 源	^{137}Cs (10mCi)	^{252}Cr (50μCi)
検出器	GM管(3本)	^3He 管(1本)
ケーブル	10φ	12φ
サブマシン	1分(タマ内蔵)	
ケ 表 示	4けたデジタル表示	
電 池	6V 7.5Ah	

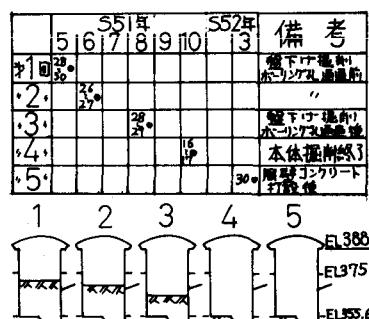


図-2 測定日と掘削進ちょく状況

向を示した。

4 考察

図-3に示す空洞掘削に伴う生ずる密度変化の傾向をみやすくするため、移動平均の手法を用いて測定値の整理を行った。こうして得られた P_t を用い、第3回目のデータを初期値として、それ以後の測定値から求めた偏差を図-4に示す。

この図から次の事柄が認められる。

- i $L < 5.0\text{ m}$ の区間では第3回目のデータに密度の低下がみられる。
- ii $5.0\text{ m} < L \leq 15.5\text{ m}$ では密度の局部的な変動が認められるが、一定の傾向をもつた変化とは思われない。
- iii $15.5\text{ m} < L \leq 17.0\text{ m}$ 区間では第4回目以後に $0.02\sim 0.035\text{ g/cm}^3$ の密度減少がみられる。
- iv $18.5\text{ m} < L \leq 19.5\text{ m}$ 区間では、密度が増加しており、その変動量は 19.0 m 地点で $0.025\sim 0.045\text{ g/cm}^3$ である。

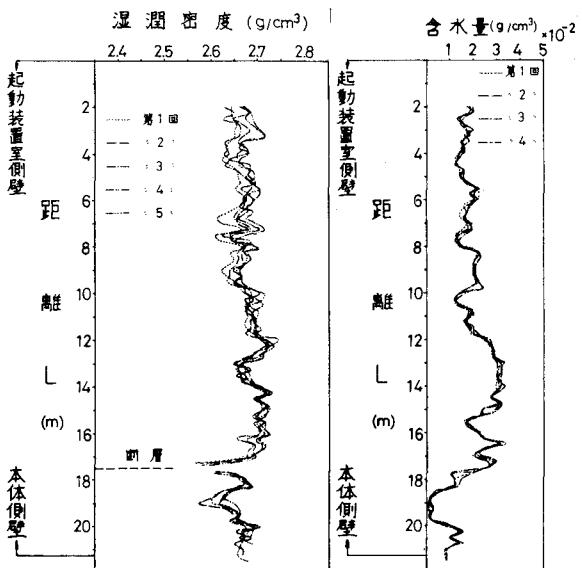


図-3 密度・水分子検層結果

これらの結果のうち、ivのように本体側壁近くの岩盤の密度が増加する現象について、その原因の説明はむつかしい。密度の変化がき裂の縮少あるいは発生、発達などのみによって生ずるものとし、さらに岩盤の変位が本体側壁方向のみに生ずると仮定すると、iiiの場合の密度変化は変位に換算すると $2\sim 4\text{ mm}/25\text{ cm}$ となる。

一方、検層位置のすぐ近くで行った本体側壁のはらみ出し量測定結果およびPS工の緊張力測定結果から推定される起動装置室と本体側壁間の距離の伸びは数mmであり、変位のみによって生ずる密度減少は極めて少ないことが予想される。したがって、密度の変化については、岩盤の変位との対応で説明するのは困難と思われる。

計器の精度は 0.5% 程度であるが、検層結果は密度の増減が 1.5% 程度みられるので計器の誤差範囲は越えている。しかし、測定結果を岩盤の挙動と結びつけて説明するのは難かしく、また含水量にも密度変化と対応した変動はない、さり認められない。以上の考察から、密度の変化量の測定結果については、 1.5% 以上の変化はなかつたと推定されるが、図に示される変化については誤差範囲である可能性も考えられる。また、含水量についてもその変化は非常に少なかつたものと判断され、岩盤の動きによる影響は小さかつたと推定される。

5 あとがき

今回の測定では掘削に伴う岩盤の密度・含水量に大きな変化はみられなかつた。したがって、これらの測定値が岩盤の挙動変化を十分に反映したものであるとの結論は得られなかつたが、今後ともこのような機会があれば測定を重ね、地下空洞の施工管理計測法としての適用を検討して行きたい。

測定はソイルアンドロック(株)に依頼し実施したものであるが、測定にあたって終始協力して頂いた関西電力(株)奥吉野水力発電所建設所の関係各位に感謝の意を表したい。

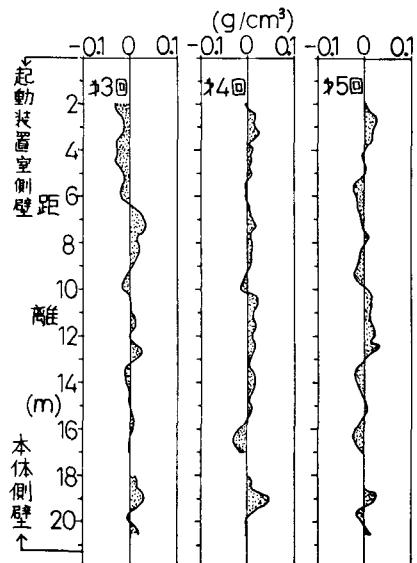


図-4 密度変化的偏差